

## SĂNĂTATEA SOLULUI – CONDIȚIE IMPORTANTĂ PENTRU DĂINUIREA SĂNĂTĂȚII OMULUI

### SOIL HEALTH – AN IMPORTANT CONDITION FOR MAINTAINING HUMAN HEALTH

CZU: 631.4 + 613

<https://doi.org/10.59295/spd2024n.61>

**Nina FRUNZE,**  
ORCID: 0000-0001-7263-5863  
Universitatea Tehnică a Moldovei

**Summary.** *In this work, soil health was assessed, using the relationship between phytopathogenic and suppressive micromycete species as integral indicators of the microbial response to long-term anthropogenic impact. The micromycete communities of the typical chernozem with different humus content of two pedoclimatic zones of the Republic of Moldova served as the object of study. The investigations were carried out by traditional microbiological methods of study.*

*It has been established that in the soil of both ecological zones there is a large number of microscopic fungi, including phytopathogens and toxin formers in the structure of microbial communities. The comparative study of the share of suppressive and phytopathogenic micromycetes showed that their parallel coexistence is presented in different proportions with the obvious dominance of representatives of the genus Fusarium. The predominance of phytopathogenic and toxin-forming species in the structure of the microbial community indicates a state of deep stress in the soil microbiocenosis, an unhealthy development of the soil microflora during its long processing and a poor state of soil health as a whole.*

**Keywords:** *typical chernoziom, phytopathogenic and suppressive microorganisms, human health, soil health.*

**Cuvinte-cheie:** *chernoziom tipic, microorganismele fitopatogene și supresive, sănătatea omului, sănătatea solului.*

### INTRODUCERE

Importanța solului pentru securitatea alimentară globală, agroecosisteme, mediu și viața umană a schimbat exponențial direcția cercetării către sănătatea solului. Termenul „sănătatea solului”, în sensul înțeles de astăzi, a fost utilizat pentru prima dată de savanții americani J.W. Doran et al., 1996 [1], „...numind-o factor important de dezvoltare durabilă”. V.A. Kovda, 1989 [2] în lucrarea sa fundamentală *Patologia solului și protecția biosferei planetei*, scria: „...gravitatea problemei patologiei solului constă nu numai în scăderea fertilității solului și scăderea randamentelor de alimente și materii prime. Mai periculos și mai grav este altceva: degradarea și patologia solului atrage după sine fenomene patologice în sănătatea, dezvoltarea și fiziologia omului, și chiar în activitatea sa mentală și psihică”. În susținerea acestei afirmații vine și academicianul P.A. Kojevin, 2013 [3] subliniind că metafora „sănătății” solului este asociată cu o analiză holistică a

capacității biosistemului solului de a-și menține parametrii în intervale care sunt, în cele din urmă, acceptabile pentru a asigura sănătatea umană. Totodată, Dumnealui precizează: ...metaforele, datorită ambiguității lor, nu sunt tipice pentru limbajul științific, dar, în acest caz, o metaforă, ca o comparație prescurtată a biotei solului cu un organism, se dovedește a fi o metodă eficientă de înțelegere a obiectului de studiu...”

În prezent, pentru determinarea stării de sănătate a solului, nu există un indicator integral, propunându-se o mulțime de indicatori [4-8]. Unul dintre ei este capacitatea supresivă a solului (capacitatea sa de a restabili și menține fertilitatea, precum și capacitatea sa de a rezista proliferării microflorei patogene, ca manifestare a unui fel de imunitate la fitopatogeni și agenții patogeni). La moment, evaluarea supresivității solului în raport cu organismele fitopatogene se realizează indirect prin determinarea numărului din sol a microorganismelor antagoniste. Privitor la micromicete, acestea se asociază, în special, cu prezența propagulelor viabile de *Trichoderma*. În acest aspect, la moment există insuficiente informații despre ponderea microorganismelor antagoniste din diferite tipuri de sol și raportului lor, inclusiv cele cu proprietăți contrastante. În Republica Moldova studii sub acest aspect se desfășoară în premieră.

**Scopul** investigațiilor de față a fost aprecierea sănătății solului din două zone ecologice ale republicii cu impact antropic similar. Studiul s-a realizat prin: 1 – determinarea speciilor de micromicete din sol și a abundenței lor; 2 – aprecierea supresivității biotice a solului prin stabilirea relației dintre abundența microorganismelor fitopatogenice vis-a-vis de cea a celor supresive, ca indicatori integrali ai reacției de răspuns microbial a solului la impactul antropic.

## MATERIALE ȘI METODE

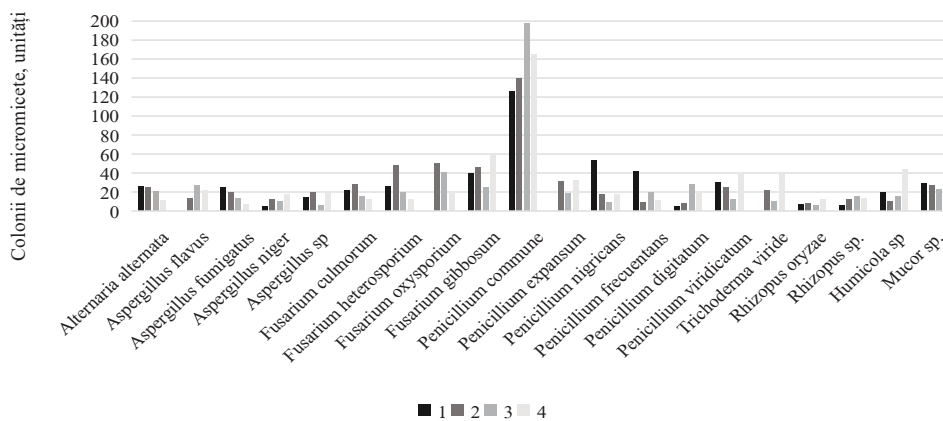
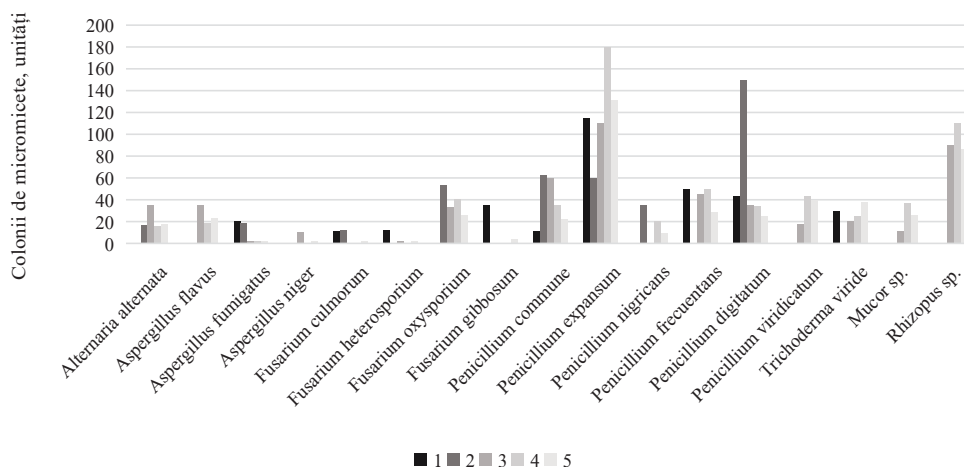
Lucrarea a implicat monitorizarea comunităților microbiene ale cernoziomului tipic, aflat în uz agricol peste 50 de ani, din două zone pedoclimatice ale Moldovei: Zona de Nord și Zona de Centru. În stepa Bălțului (Zona de Nord), solul avea un conținut ridicat de humus și ponderea substanțelor organice în stratul de 0-20 cm varia de la 4,08 la 5,77%. Probele de sol au fost prelevate de sub grâul de toamnă al Stației multianuale a culturilor de câmp ale ICC „Selecția”, cultivat în asolament și cultură permanentă pe următoarele variante: 1 –  $N_0P_0K_0$ ; 2 –  $N_{60}P_{60}K_{30}$ . În solul Zonei de Centru, conținutul humusului era scăzut, aflându-se la adâncimea de 0-60 cm în diapazonul 2,2-3,4%. Aici au fost analizate mostrele de cernoziom tipic, prelevate de pe următoarele fonduri ale asolamentului furajer de scurtă rotație (grâu de toamnă) al Stației multianuale a culturilor de câmp „Biotron”, Chișinău: 1 – control; 2 – fondul mineral; 3 – fondul organic: gunoi de grajd (bovine); 4 – fondul organic\*: gunoi de grajd (bovine) + siderate + resturi vegetale, 5 – fondul natural. Etalon în evaluarea comparativă a stării microbiologice a variantelor experimentale a fost solul necultivat al centurii forestiere (fondul natural), situat în preajma terenului arat. Izolarea și identificarea taxonomică a micromicetelor s-a realizat prin însămânțarea suspensiilor de sol pe medii nutritive solide, conform metodelor microbiologice tradiționale de studiu. Evaluarea supresivității biotice a solului s-a

realizat indirect prin determinarea ponderii microorganismelor antagoniste: *Fusarium* și *Trichoderma* din sol [9].

## REZULTATE ȘI DISCUȚII

Identificarea speciilor de micromicete din comunitățile microbiene ale cernoziomului tipic studiat și analiza comparativă a lor a arătat că acestea diferă nu numai în variante, ci și în zonele ecologice. Astfel, în cernoziomul Zonei de Nord (Fig. 1B) au fost identificate 20 de specii de ciuperci microscopice, aparținând la 8 genuri: *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Rhizopus*,

A



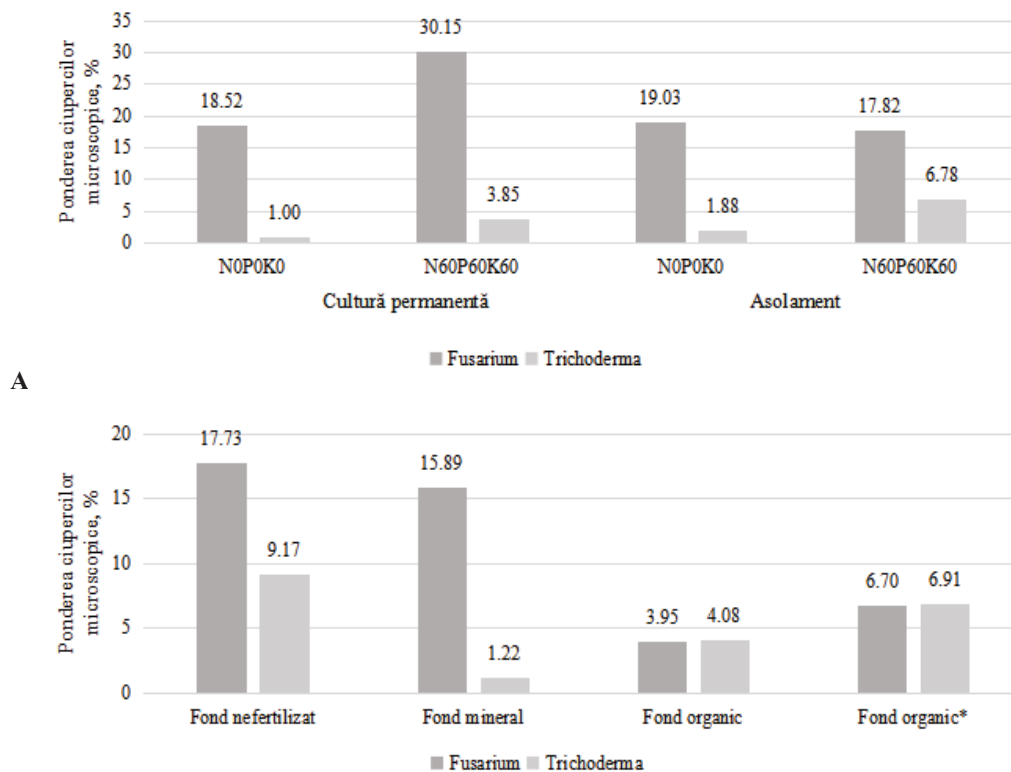
B

**Fig. 1.** Structura comunităților de micromicete din solul grâului de toamnă: A – asolamentul cu lucernă din Zona ecologică Centrală, Chișinău: 1 – control; 2 – fondul mineral; 3 – fondul organic; 4 – fondul organic\*; 5 – fondul natural. B – cultură permanentă și asolament din Zona ecologică de Nord, Bălți: 1 –  $N_0P_0K_0$  cultură permanentă; 2 –  $N_{60}P_{60}K_{30}$  cultură permanentă; 3 –  $N_0P_0K_0$  asolament; 4 –  $N_{60}P_{60}K_{30}$  asolament, numărul de colonii

*Penicillium*, *Trichoderma* și *Humicola*. Deși ele aveau abundență diferită, erau prezente în toate variantele, cu excepția variantei de cultură permanentă nefertilizată, unde au fost înregistrate doar 16 specii. Comunitățile de micromicete din solul Stației experimentale a Zonei Centrale au fost reprezentate de 17 specii, aparținând la 7 genuri (genul *Humicola* a lipsit), dar toate speciile nu au fost prezente simultan în nicio variantă (Fig.1 A). În solul acestei zone, s-a schimbat dramatic și numărul de specii pe variante: cel mai mic număr de specii a fost înregistrat pe fondul mineral (8), apoi, în ordine crescătoare, pe fondul nefertilizat (9), fondul organic\* + reziduuri vegetale + siderate (13); fondul organic (14) și fondul natural al centurii forestiere (16). Reprezentarea genurilor a fost, de asemenea, diferită. Cel mai numeros a fost genul *Penicillium*, pe când genurile *Alternaria*, *Mucor*, *Trichoderma* au fost reprezentate de câte o specie. Genul *Rhizopus* în Zona Centrală a fost reprezentat de o specie, în Zona de Nord – de două, iar genul *Humicola*, reprezentat de asemenea de o specie, a fost identificat doar în Zona de Nord.

Obișnuită pentru cernoziomurile din ambele zone a fost atât prezența, cât și reprezentarea genurilor *Penicillium* (câte 6 fiecare), *Fusarium* (câte 4 fiecare) și *Aspergillus* (câte 3 specii fiecare). Prin determinarea frecvenței de apariție a genurilor prezentate, s-a relevat că primul pentru ambele zone ecologice aparținea genurilor *Penicillium* și *Fusarium*. În continuare, întâietatea genurilor s-a schimbat. Astfel, pentru Zona de Nord, genul *Aspergillus* a fost al treilea în ceea ce privește cota de participare, apoi, în ordine descrescătoare, *Mucor*, *Alternaria*, *Humicola*, *Rhizopus* și *Trichoderma*. Pentru Zona Centrală, *Mucor* a fost al treilea, urmat de *Aspergillus*, *Alternaria*, *Trichoderma* și *Rhizopus*. Dintre variantele studiate ale Zonei de Nord, cele mai favorabile condiții pentru reprezentanții genurilor *Penicillium*, *Fusarium* și *Aspergillus* s-au dovedit a fi variantele fertilizate atât ale culturii permanente, cât și ale celor din asolamente. Pentru *Mucor* și *Alternaria*, condițiile de cultură permanentă au fost potrivite, în timp ce pentru *Humicola*, *Rhizopus* și *Trichoderma* – cele mai potrivite au fost opțiunile fertilizate ale asolamentelor. Astfel, a fost relevat că solurile agrocenozelor sunt populate cu fitopatogeni semnificativ mai abundent (1,5-4,3 ori) decât analogul lor neprelucrat (fondul natural). În cernoziomul Zonei ecologice Centrale a republicii, mai sărac în materie organică, comunitățile de micromicete sunt reprezentate de un număr mai mic de specii, în comparație cu comunitățile din Zona ecologică de Nord, unde cernoziomul este mult mai bogat în materie organică. În solul ambelor zone ecologice, a fost înregistrat un număr impunător de ciuperci fitopatogene și formatoare de toxine în structura comunităților microbiene.

Studiul comparativ al ponderii micromicetelor supresive și fitopatogenice a arătat că coexistența paralelă a lor este prezentată în proporții diferite cu dominarea evidentă a reprezentanților genului *Fusarium*. Dintre două genuri antagoniste de micromicete – *Fusarium* și *Trichoderma*, cel mai mare conținut relativ l-au înregistrat reprezentanții genului *Fusarium* în varianta fertilizată a culturilor permanente de grâu de toamnă (33,65%) și în varianta nefertilizată a asolamentului (20,17%) din stepa Bălțului, deși și prezența propagulelor de *Trichoderma* era relativ înaltă (Fig. 2A).



**Fig. 2.** Ponderea ciupercilor fitopatogenice (*Fusarium*) și supresive (*Trichoderma*) din cernoziomul tipic: A – Zona de Nord; B – Zona de Centru, %

Monitorizarea cernoziomului tipic din Centrul Moldovei cu privire la ponderea ciupercilor supresive din genul *Trichoderma* și celor fitopatogenice din genul *Fusarium*, a relevat, de asemenea, diferențe semnificative între ele. Cel mai mare conținut al reprezentanților genului *Trichoderma* a fost înregistrat în solul fertilizat al asolamentului. Totodată, a existat un raport inegal între formele fitopatogenice ale ciupercilor microscopice din genul *Fusarium* și reprezentanții formelor antagoniste ale genului *Trichoderma*. Pe varianta nefertilizată a culturilor permanente, acestea nu au fost întâlnite sau au fost rareori întâlnite. Aici au fost depistate cca 17,73% dintre ciupercile genului *Fusarium* și aproximativ 9,17% dintre ciupercile supresive, iar pe fondul mineral, acestea din urmă au avut cea mai mică frecvență de întâlnire, în ciuda apariției destul de frecvente a acestei ciuperci fitopatogenice (15,89%). Pe fondurile organice, prezența reprezentanților *Trichoderma* a constituit: 3,95-4,08% față de abundența de 6,70-6,91% a celor din genul *Fusarium*. Astfel, cernoziomul ambelor zone conține mai multe micromicete fitopatogene din genul *Fusarium* decât reprezentanți ai micromicetelor supresive din genul *Trichoderma*. Raportul inegal dintre ele indică interacțiuni complexe ale fun-

gilor în sol și predetermină o probabilitate mare de contaminare a plantelor. Acest lucru indică, în cele din urmă, o dezvoltare nesănătoasă a microflorei solului la procesarea lui îndelungată și o stare precară de sănătate a solului în ansamblu. Deci, este evident că solul din două zone ecologice ale republicii este „bolnav” și că o atare situație posibil să se ateste în majoritatea solurilor republicii. De aceea, pentru remedierea situației, este nevoie de elaborarea stringentă a recomandărilor științifico-practice autohtone pentru:

- elaborarea indicatorilor cantitativi de cuantificare a sănătății solului;
- diagnosticarea sănătății solului cu indicatori cantitativi;
- remedierea (tratarea) solurilor bolnave;
- elaborarea setului de măsuri de asigurare a conservării și menținere a sănătății solului.

Chiar și acum 2500 de ani, „părintele medicinei” Hipocrate spunea că sănătatea oamenilor depinde de sănătatea solului, motiv pentru care este atât de important să avem grijă de sănătatea lui, atunci când îl folosim în scopuri agricole. Prin urmare, este necesar să se caute parametri microbiologici eficienți pentru a evalua sănătatea solului [10-11]. În acest sens, academicianul P.A. Kojevin [3] consideră că „... analogiile cu diagnosticul medical sunt potrivite aici (de la numărul diferitelor celule, respirație, reacția la sarcina funcțională, ritmul-puls al reproducerii până la suprimarea solului ca manifestare a unui fel de imunitate la fitopatogeni și agenții patogeni)...”, „...deoarece evaluarea riscului și selectarea opțiunii optime de bioremediere...” presupune că „...diagnosticul trebuie completat și verificat prin „tratament”. Iar A.I. Morozov, 2007 este de părerea că „...în știința solului totul se va pune la loc abia după contabilizarea și înțelegerea comportamentului biotei solului în general...” [12].

## CONCLUZII

1. Analiza compoziției speciilor de micromicete din comunitățile microbiene ale cernoziomului tipic al zonelor ecologice studiate a relevat o prestanță înaltă a lor. Predominanța speciilor fitopatogenice și formatoare de toxine în structura comunităților microbiene indică o stare de stres profund în microbiocenoza solului și justifică necesitatea activării proceselor microbiologice prin saturarea solului cu microbiotă supresivă benefică.
2. Astăzi este incorect să se aprecieze însușirile solului numai după criteriile fertilității acestuia, din punctul de vedere al obținerii productivității maxime și al profitului din sol. Este profund greșit să ignorăm blocul biotic al solului, care condiționează funcțiile de formare a mediului ecosistemului solului – sănătatea acestuia.

## REFERINȚE

1. DORAN, J.W., SARRANTONIO, M., LIEBIG, M.A. Soil health and sustainability. În: *Adv. Agronomy*. 1996, vol. 56, pp. 1–54. ISSN: 0065-2113.

2. КОВДА, В.А. *Патология почв и охрана биосферы планеты* (препринт). Пущино. ОНТИ НЦБИ, 1989. 35 с.
3. КОЖЕВИН, П.А., АНДРЕЕВА, О.А., ПРАВДИН, В.Г. Метафора «здоровья почвы» и некоторые подходы к «диагностике» и «лечению». В: *Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: Тезисы докладов Международной конференции. Москва 4-6 февраля 2013*, БИНОМ, сс. 99-100. [https://rusneb.ru/catalog/000200\\_000018\\_RU\\_NLR\\_bibl\\_2014204/](https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_2014204/)
4. FIERER, N., WOOD, S.A., de MESQUITAC.P.B. How microbes can, and cannot, be used to assess soil health. În: *Soil Biology and Biochemistry*. 2021, vol. 153. ISSN:00380717.
5. КОЖЕВИН, П.А. Показатели почвенного «здоровья» в оценке почв. (Обзор). В: *Вестник Московского Университета. Серия 17. Почвоведение*. 2023, т. 78, № 2, сс.16-28. ISSN 0137-0952.
6. KOZHEVIN, P.A., ZHERBAK, I.S., MASLOVA, O.A. The role of soil microorganisms in environmental and food security. In: *Moscow University Soil Science Bulletin*. 2017, vol. 72, no. 5. ISSN 1934-7928.
7. LEHMANN, J., DDEBORAH., A BOSSIO, D., KOGEL-KNABNER, I. *et al.* The concept and future prospects of soil health. In: *Nature Reviews Earth & Environment*. 2020, vol. 1, no.10. ISSN 2662-138X.
8. LUDWIG, M., WILMES, P., SCHRADER, S. Measuring soil sustainability via soil resilience. In: *Science of the Total Environment*. 2018, vol. 626. ISSN 1879-1026.
9. ЗВЯГИНЦЕВ, Д.Г. *Методы почвенной микробиологии и биохимии*. Москва: МГУ, 1991. 382 с. ISBN 5-211-01675-0.
10. СЕМЕНОВ, А.М., СОКОЛОВ, М.С. Концепция здоровья почвы: фундаментально-прикладные аспекты обоснования критериев оценки. В: *Агрехимия*. 2016, № 1, сс. 3-16. ISSN 0002-1881.
11. СОКОЛОВ, М.С., ГЛИНУШКИН, А.П., ТОРОПОВА, Е.Ю. Средообразующие функции здоровой почвы – фитосанитарные и социальные аспекты. В: *Агрехимия*. 2015, № 8, сс. 81-94. ISSN: 0002-188111.
12. МОРОЗОВ, А.И. *О почве и почвоведении* (взгляд со стороны). Москва: Геос, 2007. ISBN 5-89118-375-9